

3. Петрова Ю. С., Алифханова Л. М.к., Неудачина Л. К., Сульфозтилированный полиаминостирол: синтез в геле и селективность сорбции ионов серебра(I) и меди(II) // Журнал прикладной химии. – 2016. – Т. 89, № 9. – С. 1211-1216.

АНАЛИЗ СТОХАСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ПОВЕДЕНИЯ ДВУХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ С ДВУНАПРАВЛЕННЫМ ВЗАИМО- ДЕЙСТВИЕМ

Митрофанова А. А.

Уральский федеральный университет г. Екатеринбург, Россия

Mitrofanova.a.26@mail.ru

Аннотация. В работе рассматривается дискретная модель, описывающая динамику взаимодействия двух потребителей. Подробно изучается случай двунаправленного взаимодействия, когда личный опыт имеет минимальное влияние на принятие решения. В рамках детерминированного анализа изучались равновесные и периодические режимы. Определены зоны сосуществования устойчивых аттракторов, описаны бифуркации взрыва и кризиса. С помощью функций стохастической чувствительности проведен сравнительный анализ чувствительности равновесий и циклов на вносимый либо аддитивный, либо параметрический шум. Методом доверительных областей изучен феномен индуцированных шумом переходов. Найдены критические значения интенсивности шума для генерации переходов.

Ключевые слова: поведение потребителей, бифуркационный анализ, бифуркация взрыва, функция стохастической чувствительности, чувствительность аттракторов, индуцированные шумом переходы.

ANALYSIS OF THE STOCHASTIC MODEL OF BEHAVIOR OF TWO CONSUMERS WITH BI-DIRECTIONAL INTERACTION

Mitrofanova A.

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Abstract. The paper considers the discrete model describing the dynamics of interaction between two consumers. The case of bi-directional interaction is studied in

detail, when personal experience has minimal influence on decision-making. In the framework of deterministic analysis, equilibrium and periodic regimes were studied. Parametrical zones of coexisting stable attractors are found, blowout and crisis bifurcations are described. Using the stochastic sensitivity function, a comparative analysis of the sensitivity of equilibria and cycles on the introduced or additive or parametric noise is performed. The phenomenon of noise-induced transitions has been studied by the method of confidence regions. Critical values of the noise intensity for the generation of transitions are found.

Key words: consumer behaviour, bifurcation analysis, blowout bifurcation, stochastic sensitivity function, sensitivity of attractors, noise-induced transitions.

В работе рассматривается модель экономической динамики, описывающая взаимодействие в минимальной сети потребителей, описанная ранее в работах [1], [2], [3]. Более подробное изучение детерминированной модели было проведено в [4], [5]. В данной работе проведен детерминированный и стохастический анализ ситуации, когда собственный опыт потребителей существенно влиял на выбор товаров.

$$F_1: \begin{cases} x_{1t+1} = f(x_1, x_2) + \varepsilon \sigma_1 \xi_1 + \frac{b_1}{p_x p_y} D_{12} x_{2t} \sigma_2 \varepsilon \xi_3, \\ x_{2t+1} = g(x_1, x_2) + \varepsilon \sigma_1 \xi_2 + 0, \end{cases} \quad (4.1)$$

$$f(x_1, x_2) = \frac{b_1}{p_x p_y} (\alpha_1 x_{1t} (b_1 - p_x x_{1t}) + D_{12} x_{2t} (b_2 - x_{2t} p_x)),$$

$$g(x_1, x_2) = \frac{b_2}{p_x p_y} (\alpha_2 x_{2t} (b_2 - p_x x_{2t}) + D_{21} x_{2t} (b_1 - x_{1t} p_x)),$$

здесь ε – интенсивность, σ_1 – датчик 0 или 1, сигнализирующий о присутствии аддитивного шума, σ_2 – датчик 0 или 1, сигнализирующий о присутствии параметрического шума, ξ_i – независимые случайные величины с распределением $N(0;1)$. В данной работе значения параметров зафиксированы следующим образом: $p = (\frac{1}{4}, 1)$, $b_1 = 10$, $b_2 = 20$, $\alpha_1 = 0.0002$ и $\alpha_2 = 0.00052$.

В рамках детерминированного анализа методами численного моделирования построена карта равновесных режимов, где отображены параметрические зоны существования устойчивых равновесий. На рисунке 1 черным цветом представлена зона расходимости системы (нет устойчивых аттракторов), светло-серым – зона нетривиальных равновесий (не имеющих нулевых координат), темно-серым – зона тривиального равновесия (с обоими нулевыми координатами), белым цветом – зоны циклов разных периодов, замкнутых инвариантных кривых и хаотических аттракторов.

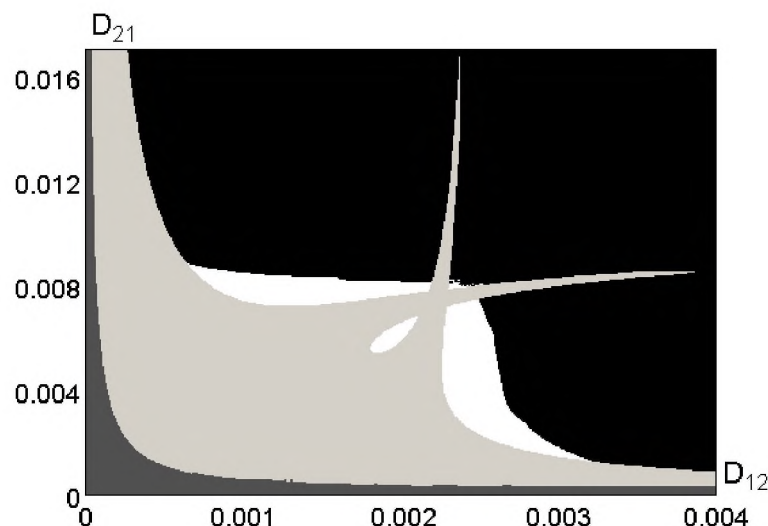


Рисунок 1 – Карта равновесных режимов

Найдено и изучено сосуществование устойчивого равновесия и циклов разной кратности: построены дву- и однопараметрические бифуркационные диаграммы, наглядно показывающие эти сосуществования. Однопараметрическая бифуркационная диаграмма на рисунке 2 позволяет детально представить возникающие бифуркации и зоны сосуществования устойчивых аттракторов: черные и серые сплошные линии – устойчивые аттракторы, пунктирные – неустойчивые. Отдельные бифуркации описаны в работе в терминах бассейнов притяжения аттракторов. С помощью теории критических линий детально описана бифуркация взрыва.

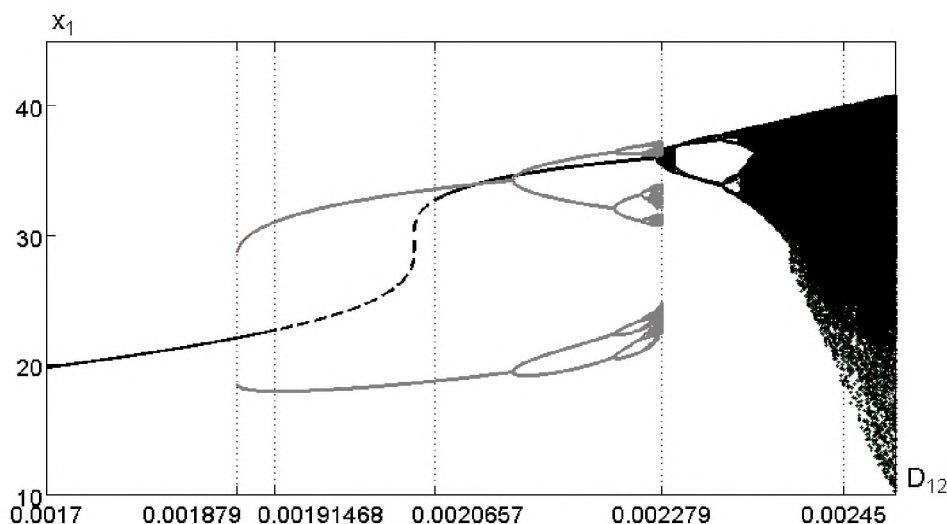


Рисунок 2 – Бифуркационная диаграмма для $D_{21} = 0.0063$

Далее в работе представлены результаты сравнительного анализа стохастической модели при внесении параметрического или аддитивного шума.

С помощью функций стохастической чувствительности (см. [6], [7], [8]) проведен анализ чувствительности стохастических равновесий и циклов при аддитивном и параметрическом шумах. Построены эллипсы рассеивания, наглядно показывающие различие чувствительности аттракторов к параметрическому и аддитивному шуму (см. рисунок 3, 4).

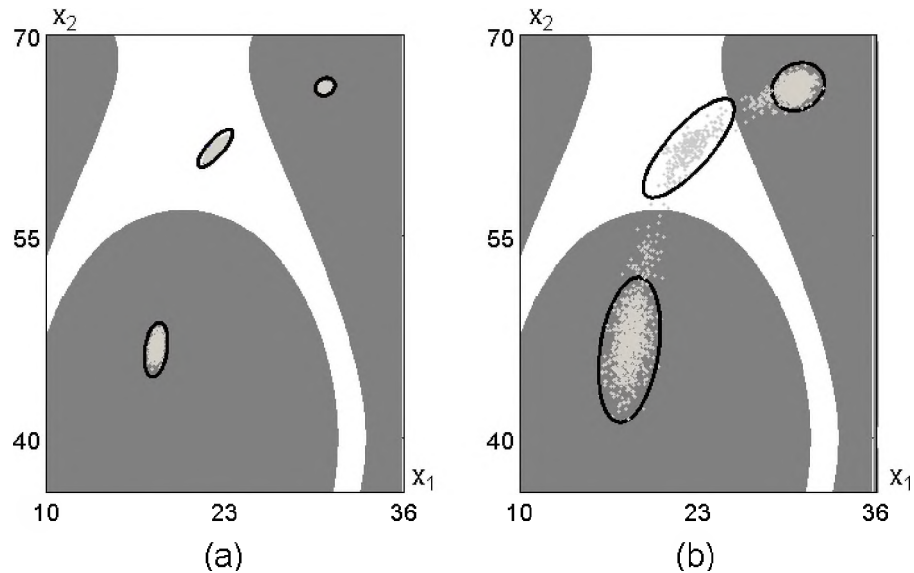


Рисунок 3 – Индуцированный шумом переход для $D_{12} = 0.001896$ при аддитивном шуме, а) $\varepsilon = 0.13$, б) $\varepsilon = 0.45$

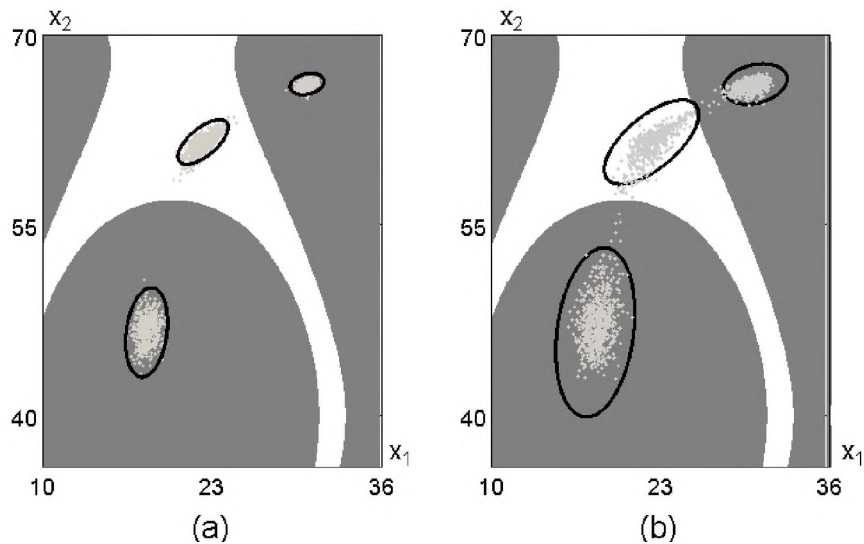


Рисунок 4 – Индуцированный шумом переход для $D_{12} = 0.001896$ при параметрическом шуме, а) $\varepsilon = 0.09$, б) $\varepsilon = 0.13$

С помощью численного моделирования вычислена критическая интенсивность, при которой происходит переход между аттракторами (см. рисунок 5).

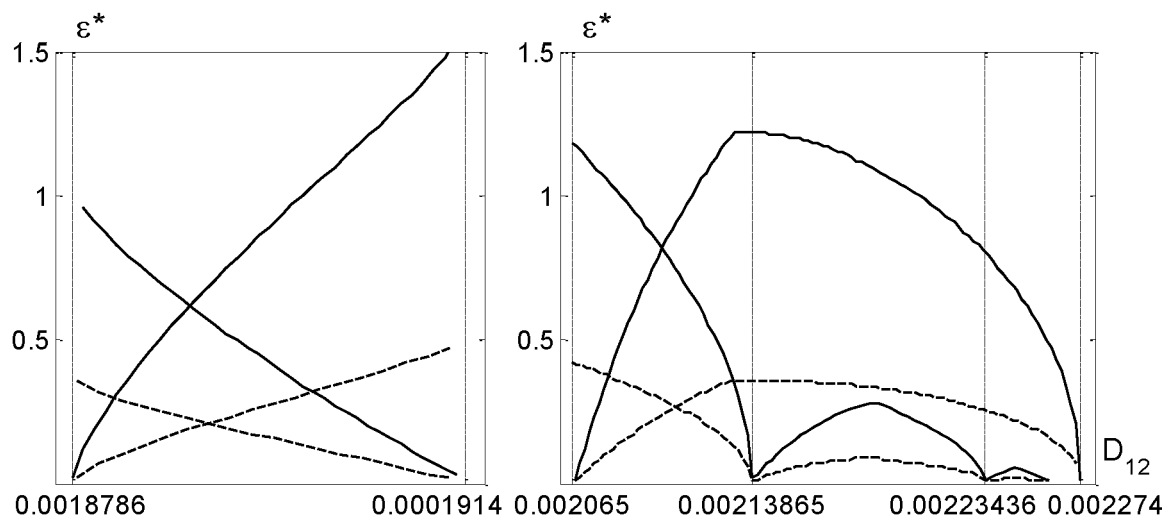


Рисунок 5 – Критическая интенсивность при а) $D_{12} \in (0.0018786, 0.0001914)$, б) $D_{12} \in (0.002065, 0.002274)$: сплошные линии – аддитивный шум, пунктирные – параметрический

Результаты анализа показали, что система более чувствительна к параметрическому шуму, нежели к аддитивному.

Список литературы

- 1 Wulf Gaertner and Jochen Jungeilges. A non-linear model of interdependent consumer behaviour // Economics Letters – 1988 – 27(2):p.145–150.
- 2 Wulf Gaertner and Jochen Jungeilges. "Spindles" and coexisting attractors in a dynamic model of interdependent consumer behavior: A note // Journal of Economic Behavior & Organization – 1993 – 21(2):p.223–231.
- 3 Wulf Gaertner and Jochen Jungeilges. A model of interdependent consumer behavior: Nonlinear dynamics in R^2 . In Wolfgang Eichhorn, editor // Models and Measurement of Welfare and Inequality – Springer-Verlag, Berlin Heidelberg New York, 1994 – p.940–962.
- 4 Ekaterinchuk, E., Jungeilges, J., Ryazanova, T., Sushko, I. Dynamics of a minimal consumer network with bi-directional influence // Commun. Nonlinear Sci. Numer. Simul. 58 – 2017 – p.107–118.
- 5 Ekaterinchuk, E., Jungeilges, J., Ryazanova, T., Sushko, I. Dynamics of a minimal consumer network with uni-directional influence // J. Evol. Econ. 27 – 2017 – p.831–857.
- 6 Bashkirtseva, I. and Ryashko, L. Stochastic sensitivity analysis of the attractors for the randomly forced ricker model with delay // Phys. Lett. A 378 – 2014 – p.3600–3606.

7 Bashkirtseva, I., Ryashko, L., and Tsvetkov, I. Sensitivity analysis of stochastic equilibria and cycles for discrete dynamic systems // Dyn. Contin., Discrete Impulsive Syst. Ser. A17 – 2010 – p.501–515.

8 Irina Bashkirtseva, Lev Ryashko, Anna Sysolyatina. Analysis of stochastic effects in Kaldor-type business cycle discrete model // Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation, Volume 36 – 2016 – p.446-456, ISSN 1007-5704.

ИЗУЧЕНИЕ СОРБЦИИ МЫШЬЯКА НОВЫМ КОМПОЗИТНЫМ СОРБЕНТОМ

Польшина Т. Д., Маковская О. Ю.

Уральский федеральный университет г. Екатеринбург, Россия

tanyapolshina@yandex.ru

Аннотация. В работе изучена эффективность использования соединений железа для очистки водных сред от мышьяка. Предложено наносить активный слой на более крупнозернистый материал для ускорения процесса фильтрации. В качестве материалов-носителей рассмотрены глинозем и кварц. Приведены результаты растровой электронной микроскопии и инфракрасной спектроскопии. Представлены данные по емкости полученных модификаций сорбента при сорбции ионов As в статических условиях. Показано, что максимальной емкостью обладает сорбент на основе SiO₂. Изучена способность исследуемых сорбентов к регенерации.

Ключевые слова: мышьяк, сорбция, оксигидрат железа, синтез, композитный сорбент, глинозем, кварц.

THE STUDY OF SORPTION OF ARSENIC BY A NEW COMPOSITE SORBENT

Polshina T. D., Makovskaya O. Yu.

Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

Abstract. The efficiency of iron compounds application for aqueous media purification from arsenic has been studied. It is proposed to apply the active layer to a coarser material to accelerate the filtration process. Alumina and silica are considered as carrier materials. The results of scanning electron microscopy and infrared